






## Blade row arrangement for turbo-engines and method of making same

**Patent number:** DE10053361  
**Publication date:** 2002-06-06  
**Inventor:** FIALA ANDREAS (DE); HEISLER ADAM (DE)  
**Applicant:** MTU AERO ENGINES GMBH (DE)  
**Classification:**  
- international: **F01D5/14; F04D29/54; F01D5/14; F04D29/40; (IPC1-7): F01D9/04**  
- european: F01D5/14; F01D5/14B2; F04D29/54C2  
**Application number:** DE20001053361 20001027  
**Priority number(s):** DE20001053361 20001027

### Also published as:

 EP1201880 (A2)  
 US6540478 (B2)  
 US2002057966 (A1)  
 EP1201880 (A3)  
 CA2360395 (A1)

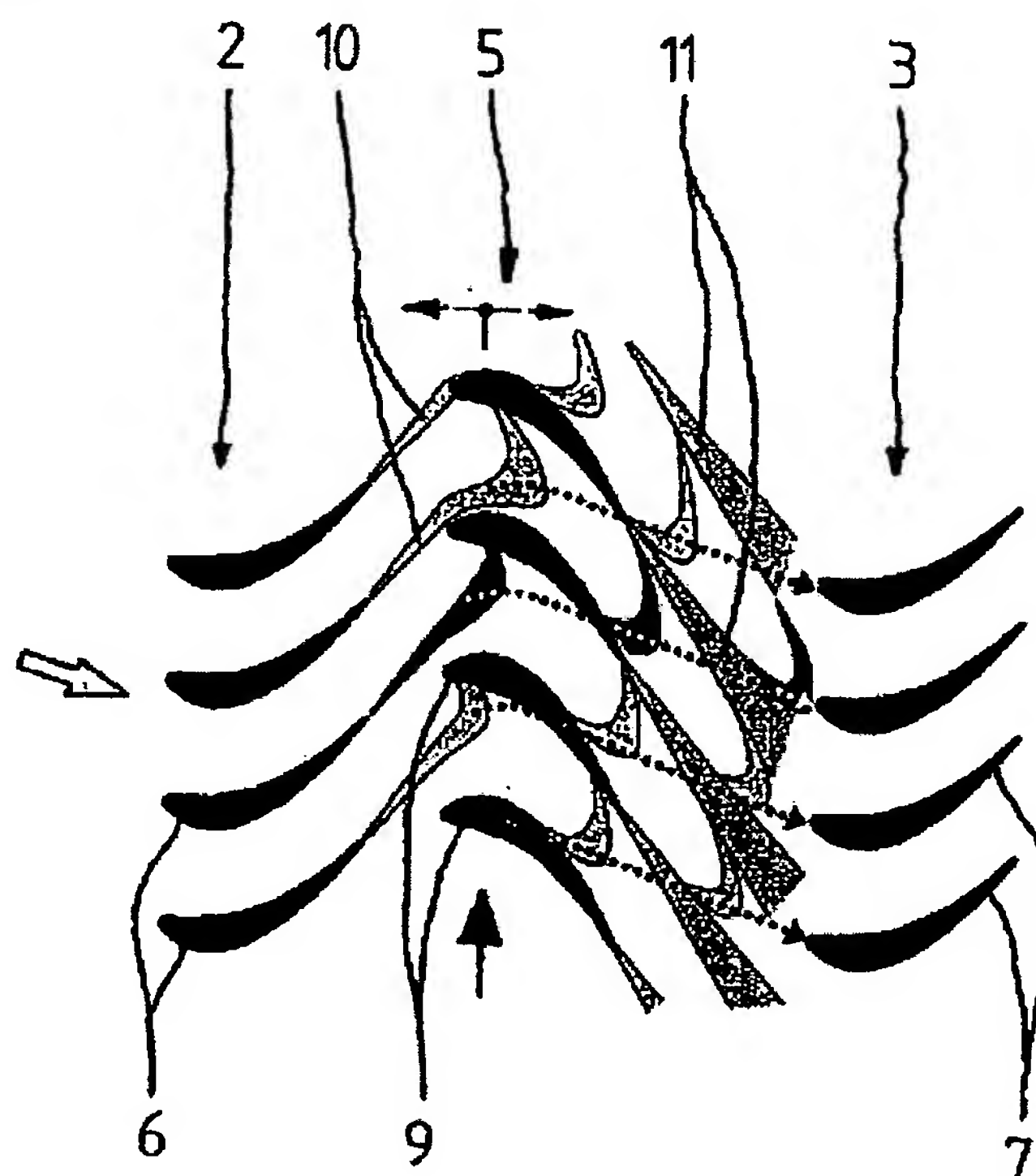
[more >>](#)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE10053361

Abstract of corresponding document: **US2002057966**

A blade row arrangement for turbo-engines has an axial construction with two guide blade rows fixedly positioned relative to one another and having a different number of blades while the blade pitch is constant in each case, and having a moving blade row arranged between the two guide blade rows. The blades of the first guide blade row, in a first partial area of the row, successively have an identical axial offset; the axial offset being selected as a function of the blade number ratio of the two guide blade rows such that it increases the effective flow-off cross-section when the first guide blade row has more guide blades than the second guide blade row and reduces the effective flow-off cross-section when the first guide blade row has less guide blades than the second guide blade row. The blades of the first guide blade row, in a second partial area of the row, successively have an axial offset which is opposite in relation to the blades in the first partial area. The axial offset for the respective sections may be different in size as well as axial direction.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide

zu P 611078



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 100 53 361 C 1

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 01 D 9/04

96

⑳ Aktenzeichen: 100 53 361.2-13  
㉔ Anmeldetag: 27. 10. 2000  
㉕ Offenlegungstag: -  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 6. 6. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
MTU Aero Engines GmbH, 80995 München, DE

⑦② Erfinder:  
Fiala, Andreas, Dr., 80336 München, DE; Heisler,  
Adam, 85238 Petershausen, DE

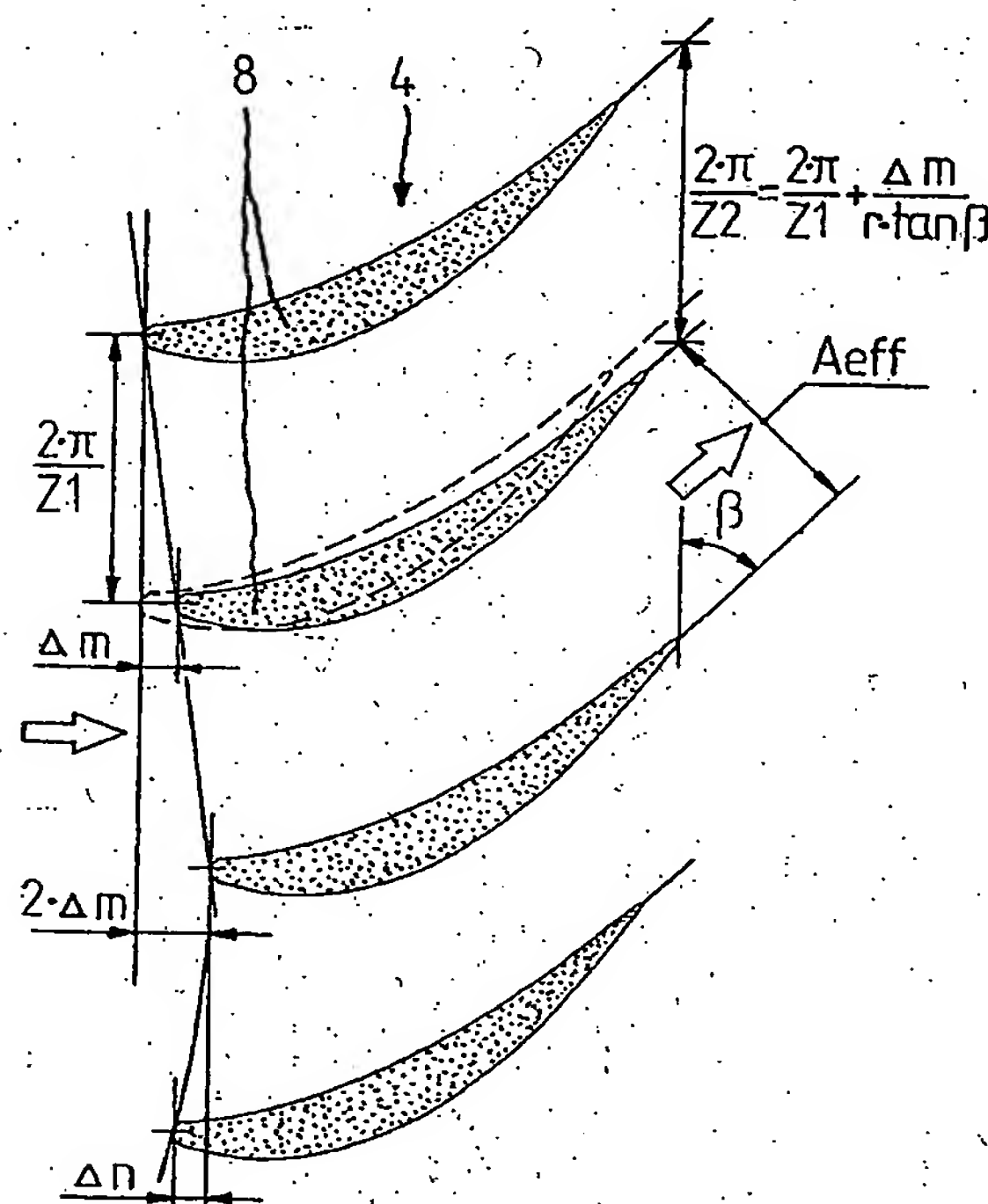
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE-AS 10 33 677  
EP 07 56 667 B1

⑤④ Schaufelgitteranordnung für Turbomaschinen

⑤⑦ Schaufelgitteranordnung für Turbomaschinen in Axial-  
bauweise mit zwei relativ zueinander fest positionierten,  
eine unterschiedliche Schaufelzahl bei jeweils konstanter  
Schaufelteilung aufweisenden Leitschaufelgittern sowie  
mit einem zwischen diesen angeordneten Laufschaufel-  
gitter.

Die Schaufeln des ersten Leitschaufelgitters weisen in ei-  
nem ersten Teilbereich T1 des Gitters aufeinanderfolgend  
einen gleichen Axialversatz  $\Delta m$  auf,  
der Axialversatz  $\Delta m$  ist in Abhängigkeit vom Schaufel-  
zahlverhältnis  $Z1/Z2$  der beiden Leitschaufelgitter so ge-  
wählt, dass er den effektiven Abströmquerschnitt bei  $Z1 >$   
 $Z2$  vergrößert, bei  $Z1 < Z2$  verkleinert, und  
die Schaufeln des ersten Leitschaufelgitters weisen in ei-  
nem zweiten Teilbereich T2 des Gitters aufeinanderfol-  
gend einen in Rotation zu  $\Delta m$  entgegengesetzten, sich  
ggf. ändernden Axialversatz  $\Delta n$  auf.



DE 100 53 361 C 1

DE 100 53 361 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaufelgitteranordnung für Turbomaschinen in axial durchströmter, coaxialer Bauweise, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Im Hinblick auf eine Wirkungsgradoptimierung von Turbomaschinen durch strömungstechnische Maßnahmen gibt es erfolgversprechende Ansätze in Form einer festen, definierten Zuordnung der Umfangspositionen aufeinanderfolgender Leitschaufelgitter bzw. aufeinanderfolgender, synchron rotierender Laufschaufelgitter. Dieses als "Clocking" oder konkreter als "Stator-" bzw. "Rotorclocking" in die Fachsprache eingegangene Prinzip zielt darauf ab, die von den einzelnen Schaufeln eines ersten Schaufelgitters ausgehenden Nachläufe in definierter, strömungstechnisch optimaler Umfangsposition einem stromabwärtig nächsten, gleichartigen Schaufelgitter zuzuführen. Falls es sich um zwei "geclockte" Leitschaufelgitter handelt, ist zu berücksichtigen, dass die Nachläufe von dem zwischen den Leitschaufelgittern rotierenden Laufschaufelgitter in erheblichem Maße beeinflusst und verändert werden, insbesondere durch Verschiebung, Verformung und Zerteilung. Die Komplexität dieser Strömungsvorgänge führt dazu, dass bis dato noch keine eindeutigen, zuverlässige Regeln für ein konstruktives "Clocking" existieren.

[0003] Die Patentschrift EP 0 756 667 B1 schützt ein "Clocking"-Verfahren, bei dem die Nachläufe eines ersten Schaufelgitters durch ein zweites Schaufelgitter mit Relativbewegung auf die Schaufeleintrittskanten eines dritten, relativ zum ersten feststehenden Schaufelgitters gelenkt werden, wobei eine maximale, umfängliche Abweichung zwischen Nachlauf und Eintrittskante von plus/minus 12,5 Prozent der Schaufelteilung zulässig sein soll.

[0004] In Versuchen hat sich nicht bestätigt, dass dieses Art "Clocking" generell zu einer Wirkungsgraderhöhung führen würde.

[0005] Unabhängig davon, wie die optimale, relative Umfangsposition der Schaufelgitter gewählt wird, gilt als Voraussetzung für "Clocking", dass die dem selben Relativsystem (Stator oder Rotor) zugehörigen, abgestimmten Schaufelgitter gleiche Schaufelzahlen – bei einer umfänglich konstanten Schaufelteilung – aufweisen.

[0006] Die Auslegeschrift DE-AS 10 33 677 betrifft einen Leitapparat mit im Betrieb verstellbaren Schaufeln für Turbinen und Verdichter, dessen Schaufelkranz in mehrere Segmente mit jeweils mehreren Schaufeln unterteilt ist, wobei jedes Segment um eine zur Strömungsrichtung senkrechte Achse schwenkbar gelagert ist. Dies führt zu einer konstruktiven Vereinfachung gegenüber Leitschaufelgittern, bei denen jede einzelne Schaufel um ihre eigene Achse schwenkbar gelagert ist. Nachteilig dabei ist, dass nur relativ kleine Schwenkwinkel möglich sind, und dass jede Schaufel eines Segmentes effektiv um einen etwas anderen Winkel ausgelenkt und anders axial verschoben wird. In gewünschter Weise werden praktisch nur die Schaufeln bewegt, deren Achsen zumindest noch etwa parallel zur Schwenkachse stehen. Dort, wo benachbarte Segmentenden aneinander grenzen, können relativ große axiale Schaufelversätze auftreten. All dies hat aber nichts mit "Clocking" zu tun.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Schaufelgitteranordnung mit zwei Leitschaufelgittern und einem zwischen diesen angeordneten Laufschaufelgitter vorzuschlagen, die trotz unterschiedlicher Schaufelzahlen der beiden Leitschaufelgitter eine strömungstechnisch vorteilhafte, relative Umfangspositionierung der Leitschaufelgitter im Sinne eines "Clocking" ermöglicht.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmale gelöst, in Verbindung mit den

gattungsbildenden Merkmalen in dessen Oberbegriff.

[0009] Erfindungsgemäß ist das stromaufwärtige Leitschaufelgitter – trotz konstantem Teilungswinkel der Schaufeln über dem Umfang – mit zwei unterschiedlichen, in sich zusammenhängenden oder in mehreren getrennten Sektoren über den Gitterumfang verteilten Teilbereichen ausgeführt, wobei in beiden Bereichen jede Schaufel zu ihrer Nachbarschaufel in definierter Weise axial versetzt ist. Somit liegen die Stapelachsen der Schaufeln nicht mehr – wie üblich – in einer gemeinsamen Radialebene sondern auf Schraubenflächen mit konstanter bzw. sich ändernder Steigung, wobei konkrete Schaufelpunkte entsprechend auf Schraubenlinien liegen. Der erste Teilbereich mit  $\Delta m$  beschreibt beispielsweise eine "Vorwärtsschraube" der zweite mit  $\Delta n$  eine die Enden des  $\Delta m$ -Bereiches verbindende "Rückwärtsschraube", oder umgekehrt. Im Sinne eines "Clocking" wirkt nur der erste Teilbereich mit konstantem, definiertem Axialversatz  $\Delta m$  von Schaufel zu Schaufel, der zweite Teilbereich dient nur der Rückführung des gesamten, aufsummierten Axialversatzes in linearer oder nicht-linearer Weise mittels  $\Delta n$  unter Vermeidung relevanter, strömungstechnischer Nachteile. Da die Leitschaufelgitter eine schräge Abströmung mit starker Umfangskomponente aufweisen, bewirkt ein Axialversatz zwischen benachbarten Schaufeln effektiv eine Vergrößerung oder Verkleinerung des austrittsseitigen Strömungsquerschnittes. Im ersten Teilbereich ist der Axialversatz  $\Delta m$  konstant und in Abhängigkeit vom Schaufelzahlverhältnis der beiden Leitschaufelgitter gewählt. Ist die Schaufelzahl  $Z_2$  des zweiten Leitschaufelgitters kleiner als die des ersten ( $Z_1$ ), wird der effektive Abströmquerschnitt des ersten Leitschaufelgitters mittels  $\Delta m$  vergrößert, ist  $Z_2$  größer als  $Z_1$ , wird der Abströmquerschnitt des ersten Gitters mittels eines entgegengesetzten Axialversatzes verkleinert. Im zweiten Teilbereich des Gitters mit Axialversatz  $\Delta n$  gilt entsprechend jeweils das umgekehrte, wobei hier kein gezielter "Clockingeffekt" am zweiten, stromabwärtigen Leitschaufelgitter auftritt.

[0010] Durch die Variation der effektiven Abströmquerschnitte des ersten Leitschaufelgitters führt die Erfindung zu einer gewissen Asymmetrie der Strömungs- und somit der Massenverteilung im kreisringförmigen Strömungskanalquerschnitt. Dies hat u. a. den Vorteil, dass Instabilitäten und Störungen, die sich bei symmetrischen bzw. periodischen Verhältnissen über den Umfang weiter ausbreiten könnten, verlagert und zum Teil unterbunden werden können. Weiterhin kann mit der Erfindung gezielt auf gewisse Asymmetrien in der Zuströmung reagiert werden.

[0011] Der mit der Erfindung primär angestrebte "Clockingeffekt" könnte aufgrund seiner Winkelbegrenzung beispielsweise auch als "Teilclocking" oder "Sektorclocking" bezeichnet werden.

[0012] In den Unteransprüchen sind bevorzugte Ausgestaltungen sowie eine Bemessungsregel für die Schaufelgitteranordnung nach dem Hauptanspruch gekennzeichnet.

[0013] Die Erfindung wird anschließend anhand der Zeichnungen noch näher erläutert. Dabei zeigen in verdeutlichender, nicht maßstäblicher Darstellung:

[0014] Fig. 1 eine Schaufelgitteranordnung mit zwei Leitschaufelgittern und einem dazwischen angeordneten Laufschaufelgitter,

[0015] Fig. 2 vier Schaufelprofile eines Leitschaufelgitters mit Axialversatz,

[0016] Fig. 3 ein Diagramm mit dem Verlauf des Axialversatzes über dem Leitschaufelgitterumfang, und

[0017] Fig. 4 ein mit Fig. 3 vergleichbares Diagramm, jedoch mit in vier Sektoren periodisch wechselndem Verlauf des Axialversatzes.

[0018] Zum besseren Verständnis sei zunächst darauf hin-



gewiesen, dass die Fig. 1 und 2 die Schaufelgitter so zeigen, als ob es sich um ebene Gitter – ohne Krümmung mit parallelen Schaufeln – handelt würde, wobei je Schaufel nur ein konkretes Profil wiedergegeben ist. Diese Art der Darstellung ist wesentlich einfacher, übersichtlicher und leichter verständlich, als eine realistische, räumliche Darstellung mit radialen, dreidimensionalen Schaufeln etc..

[0019] Die Schaufelgitteranordnung 1 in Fig. 1 wird von links nach rechts durchströmt, wobei stromaufwärts (links) ein Leitschaufelgitter 2, in der Mitte ein Laufschaufelgitter 5 und stromabwärts (rechts) wieder ein Leitschaufelgitter 3 vorhanden sind. Die Schaufeln der Gitter 2, 5 und 3 sind mit den Bezugszeichen 6, 9 und 7 versehen. Die Drehrichtung des Laufschaufelgitters 5 ist unter diesem mit einem nach oben weisenden, schwarzen Pfeil angedeutet. Oberhalb des Laufschaufelgitters 5 erkennt man einen gestrichelten, horizontalen Doppelpfeil, der darauf hinweist, dass das Gitter axial verschiebbar ausgeführt sein kann, um zusätzlich Einfluss auf den Strömungsverlauf zu nehmen. In den Farben Grau und Schwarz sind die – sogenannten – Nachläufe 10 des Leitschaufelgitters 2, die Nachläufe 11 des Laufschaufelgitters 5 und die Veränderung der Nachläufe 10 auf Ihrem Weg durch die Gitter 2 und 5 dargestellt, wobei die gepunkteten Kurven und Geraden die Wege der Nachläufe 10 in Relation zum unbewegten Statorsystem beschreiben. Der erfindungsgemäße Axialversatz der Schaufeln betrifft nur das stromaufwärtige Leitschaufelgitter 2 und ist in Fig. 1 nicht zu erkennen. Ebenso wenig ist aus Fig. 1 ersichtlich, dass die Leitschaufelgitter 2 und 3 unterschiedliche Schaufelzahlen aufweisen.

[0020] Fig. 2 zeigt deshalb ein mit dem Gitter 2 in Fig. 1 vergleichbares Leitschaufelgitter 4 mit erfindungsgemäß axial versetzten Schaufeln 8. Der Teilungswinkel zwischen allen Schaufeln 8 ist konstant, so dass in der Figur der Höhenversatz jeweils konstant ist. Siehe links die Angabe  $2 \cdot \pi / Z_1$ , welche dem durch den Radius  $r$  geteilten, d. h. radiusbezogenen Bogenmaß von Schaufel zu Schaufel entspricht. Die erste, zweite und dritte Schaufel von oben sind gegeneinander axial (hier horizontal) jeweils um eine Betrag  $\Delta m$  versetzt, wobei die Schaufeln von oben nach unten weiter nach rechts rücken, d. h. stromabwärts. Die Abströmung aus dem Leitschaufelgitter 4 verläuft unter einem Winkel  $\beta$  von etwa  $45^\circ$  schräg nach rechts oben, d. h. mit vergleichbar großer Axial- und Umfangskomponente. Diese schräge Abströmung hat zur Folge, dass ein Axialversatz zwischen zwei Schaufeln zwangsweise eine Veränderung des effektiven Abströmquerschnittes  $A_{eff}$  zur Folge hat. Bei der vorliegenden Geometrie wird der Abströmquerschnitt gegenüber Schaufeln ohne Axialversatz  $\Delta m$  vergrößert. Siehe hierzu die gestrichelte Lage der zweiten Schaufel von oben ohne Axialversatz in Relation zur obersten Schaufel. Die Vergrößerung des Abströmquerschnittes ist auch daran erkennbar, dass der Vertikalabstand zwischen den von den Schaufelhinterkanten ausgehenden Stromlinien, hier das radiusbezogene Bogenmaß  $2 \cdot \pi / Z_2$ , größer ist, als das Maß  $2 \cdot \pi / Z_1$ , und zwar um den addierten Wert  $\Delta m / (r \cdot \tan \beta)$ . Siehe hierzu die Gleichung rechts oben in der Figur. Dies entspricht einer effektiven Anpassung des Leitschaufelgitters 4 an ein stromabwärts liegendes, hier nicht dargestelltes Leitschaufelgitter mit größerer Schaufelteilung, das heißt kleinerer Schaufelzahl  $Z_2 < Z_1$ . Da die Schaufelzahlen  $Z_1$ ,  $Z_2$  im jeweiligen Gitter über die Kanalhöhe konstant, d. h. vom Radius  $r$  unabhängig sind, sollte  $\tan \beta$  zumindest über den Großteil der radialen Kanalhöhe umgekehrt proportional zum Radius  $r$  gewählt sein.

[0021] Zur Anpassung an ein stromabwärtiges Leitschaufelgitter mit größerer Schaufelzahl, d. h.  $Z_2 > Z_1$ , müssten die Abströmquerschnitte der Schaufeln 8 verkleinert werden

in Relation zu einem Gitter ohne Axialversatz  $\Delta m$ . In der Figur müssten dann die oberen drei Schaufeln von oben nach unten weiter nach links rücken, jeweils um einen konstanten Axialversatz  $\Delta m$  nach links. Dieses Prinzip ist leicht verständlich und daher nicht gesondert dargestellt.

[0022] Es ist zu beachten, dass die unterste Schaufel in Fig. 2 relativ zur darüberliegenden nicht mehr um  $\Delta m$  nach rechts, sondern um einen Axialversatz  $\Delta n$  nach links gerückt ist. In der Realität ist es strömungstechnisch nicht sinnvoll, alle Schaufeln eines Leitschaufelgitters im Sinne einer Schraubenlinie mit fortlaufendem Axialversatz anzuordnen, wobei zwischen der ersten und der letzten Schaufel eines solchen Gitters ein großer Axialsprung mit sehr negativen, strömungstechnischen Folgen vorhanden wäre. Deshalb sieht die Erfindung vor, einen ersten Teilbereich T1 des Leitschaufelgitters mit einem fortlaufenden Axialversatz  $\Delta m$  zu versehen, und in einem zweiten Teilbereich T2 die Summe aller  $\Delta m$  wieder vollständig rückgängig zu machen mittels entgegengesetzter Axialversätze  $\Delta n$ .

[0023] Dieses Prinzip wird am besten aus Fig. 3 verständlich, welche den Verlauf des Axialversatzes  $\Sigma \Delta m$ ,  $\Delta n$  über dem Umfang  $U$  des Leitschaufelgitters zeigt, wobei die konkreten Schaufelpositionen mit kleinen Kreisen markiert sind. Man erkennt einen ersten, hier über  $270^\circ$  reichenden Teilbereich T1 mit linear steigendem Axialversatz, von Schaufel zu Schaufel jeweils um  $\Delta m$ . Daran schließt sich ein zweiter, hier über  $90^\circ$  reichender Teilbereich T2 an, in dem der Axialversatz wieder sukzessive abnimmt, entweder linear (gestrichelt) oder nach einer S-Kurve, z. B. einer Cosinuskurve. Bezüglich der S-Kurve sieht man, dass sich der Axialversatz  $\Delta n$  von Schaufel zu Schaufel ändern kann. Welche Art von Kurve hier günstiger ist, wird u. a. in Versuchen zu klären sein. Die Schaufel (kleiner Kreis) bei der Ordinate 0 ist identisch mit der Schaufel bei der Ordinate  $2 \cdot \pi$ , da sich hier der Gitterumfang schließt. Im vorliegenden Diagramm sind somit 16 verschiedene Schaufelpositionen angedeutet. In der Realität werden die Schaufelzahlen in der Regel deutlich größer sein. Das Größenverhältnis der Teilbereiche T1 und T2 ist nur beispielhaft, wobei  $T1 > T2$  anzustreben ist. Da die Schaufelzahlen  $Z_1$  und  $Z_2$  in der Praxis nur wenig unterschiedlich sind, genügen relativ kleine Axialversätze  $\Delta m$  zur Anwendung der Erfindung.

[0024] Fig. 4 zeigt den Verlauf des Axialversatzes  $\Sigma \Delta m$ ,  $\Delta n$  über dem Umfang  $U$  eines Leitschaufelgitters, dessen Teilbereiche T1, T2 im Unterschied zur Ausführung nach Fig. 3 nicht in sich zusammenhängend angeordnet, sondern jeweils in vier getrennten Sektoren T1/4, T2/4 über den Gitterumfang verteilt sind, so dass sich ein vierfach periodischer Verlauf jeweils mit positivem und negativem Axialversatz  $\Delta m$ ,  $\Delta n$  ergibt. Die Aufteilung in vier Sektoren ist beispielhaft, es könnten auch zwei, drei, fünf oder mehr Sektoren sein. Der Verlauf der Teilbereichssektoren T2/4 ist hier jeweils linear, es sind selbstverständlich statt dessen auch S-Kurven möglich, wie in Fig. 3. Durch die Aufteilung des "geclockten" Teilbereiches T1 und des Teilbereiches T2 in jeweils mehrere, getrennte Sektoren lassen sich Asymmetrien des Strömungsfeldes über den Kanalquerschnitt – wie bei einer Ausführung gemäß Fig. 3 – vermeiden, wobei diese aber auch gewollt sein können.

#### Patentansprüche

1. Schaufelgitteranordnung für Turbomaschinen, insbesondere für Gasturbinen, in axial durchströmter, koaxialer Ausführung mit zwei relativ zueinander in fester Axial- und Umfangsposition stehenden, eine unterschiedliche Schaufelzahl und jeweils einen konstanten Teilungswinkel zwischen ihren Schaufeln aufweisen-

den Leitschaufelgittern sowie mit einem zwischen letzteren drehbar angeordneten Laufschaufelgitter, wobei das stromaufwärtige Leitschaufelgitter eine Abströmrichtung mit größenmäßig vergleichbarer Axial- und Umfangskomponente besitzt, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Schaufeln (6, 8) des stromaufwärtigen, ersten Leitschaufelgitters (2, 4) in einem ersten, zusammenhängenden oder in mehreren getrennten Sektoren über den Gitterumfang verteilten Teilbereich T1 des Gitters aufeinanderfolgend einen gleich großen sowie gleich gerichteten Axialversatz  $\Delta m$  aufweisen, dass der Axialversatz  $\Delta m$  in Abhängigkeit vom Schaufelzahlverhältnis  $Z1/Z2$  des ersten und zweiten Leitschaufelgitters (2, 4/3) so gerichtet ist, dass er bei  $Z1 > Z2$  den effektiven Abströmquerschnitt  $A_{eff}$  zwischen den Schaufeln (6, 8) vergrößert, bei  $Z1 < Z2$  den Abströmquerschnitt verkleinert, und dass die Schaufeln (6, 8) des ersten Leitschaufelgitters (2, 4) in einem zweiten, zusammenhängenden oder in mehreren getrennten Sektoren über den Gitterumfang verteilten Teilbereich T2 des Gitters aufeinanderfolgend einen gleich großen oder sich ändernden, in Relation zu  $\Delta m$  entgegengesetzt gerichteten Axialversatz  $\Delta n$  aufweisen.

2. Schaufelgitteranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem ersten Teilbereich T1 der Zusammenhang zwischen den Schaufelzahlen  $Z1, Z2$ , dem örtlichen Schaufelgitterradius  $r$ , dem Abströmwinkel  $\beta$  des ersten Leitschaufelgitters, gemessen zur Umfangsrichtung an den Schaufelhinterkanten, und dem Axialversatz  $\Delta m$  über einen möglichst großen Bereich der radialen Schaufelhöhe der Gleichung

$$2 \cdot \pi/Z2 = 2 \cdot \pi/Z1 \pm \Delta m/(r \cdot \tan\beta)$$

entspricht, wobei mit stets positiv gerechnetem  $\Delta m$  das Pluszeichen für  $Z1 > Z2$ , das Minuszeichen für  $Z1 < Z2$  gilt.

3. Schaufelgitteranordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine in dem zweiten Teilbereich T2 die axialen Schaufelpositionen mit Axialversatz  $\Delta n$  bestimmende, auf einem Kreiszylinder darstellbare, schraubenlinienartige Kurve bei Abwicklung in eine Ebene eine Gerade oder eine S-förmig gekrümmte Kurve mit Krümmungswendepunkt, z.B. einen Cosinuskurvenabschnitt, bildet.

4. Schaufelgitteranordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilbereich T1 des Gitters mit Axialversatz  $\Delta m$  sich zusammenhängend oder in der Summe seiner Sektoren über einen größeren Winkel erstreckt, als der restliche Teilbereich T2 mit Axialversatz  $\Delta n$ , beispielsweise über einen Winkel von  $270^\circ$ .

5. Schaufelgitteranordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das zwischen den beiden Leitschaufelgittern (2, 3) angeordnete Laufschaufelgitter (5) in seiner Axialposition verstellbar ausgeführt ist, insbesondere als rotorfestes Schaufelgitter auf einem axial verschiebbaren Rotor.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

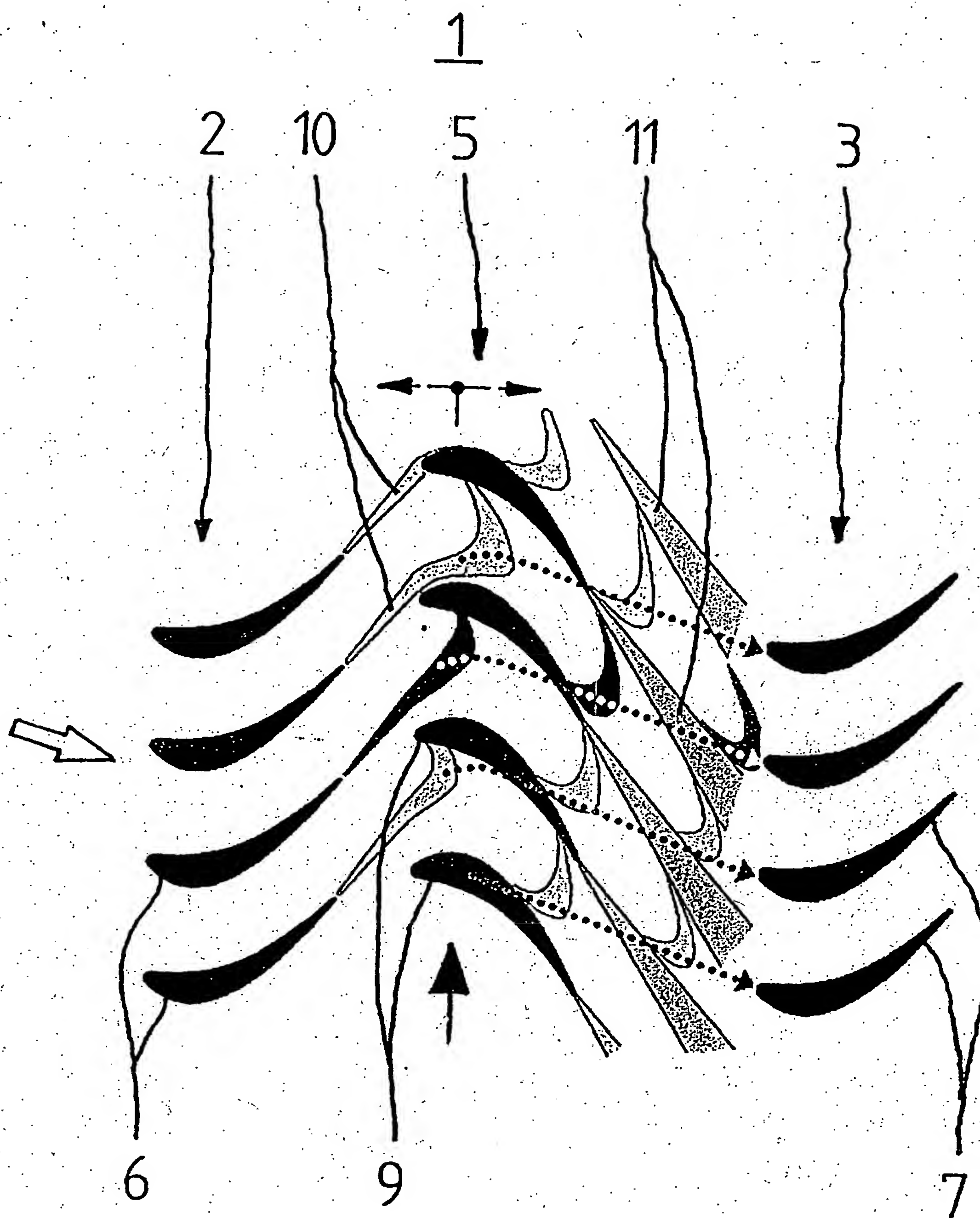


Fig.1

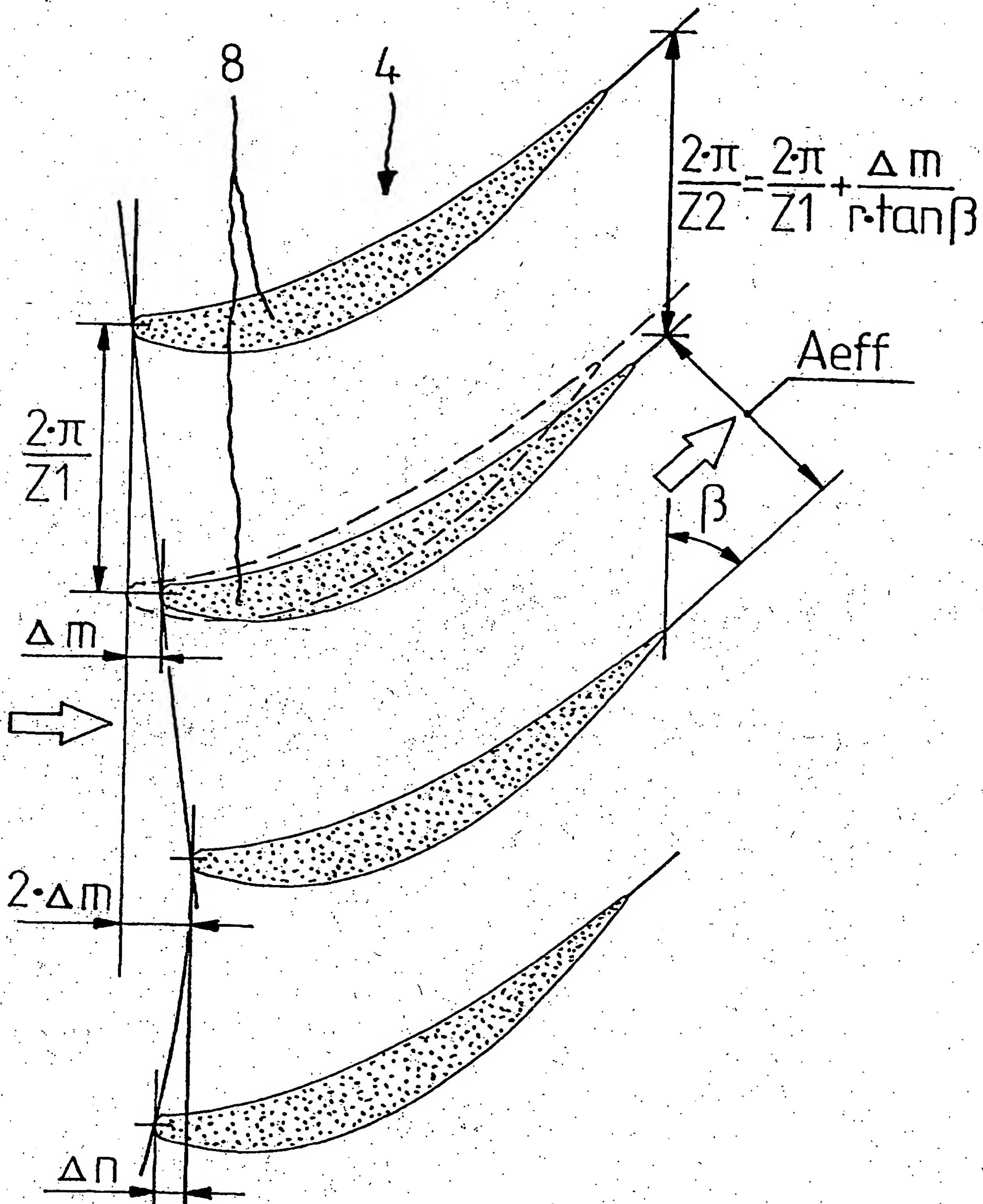


Fig. 2



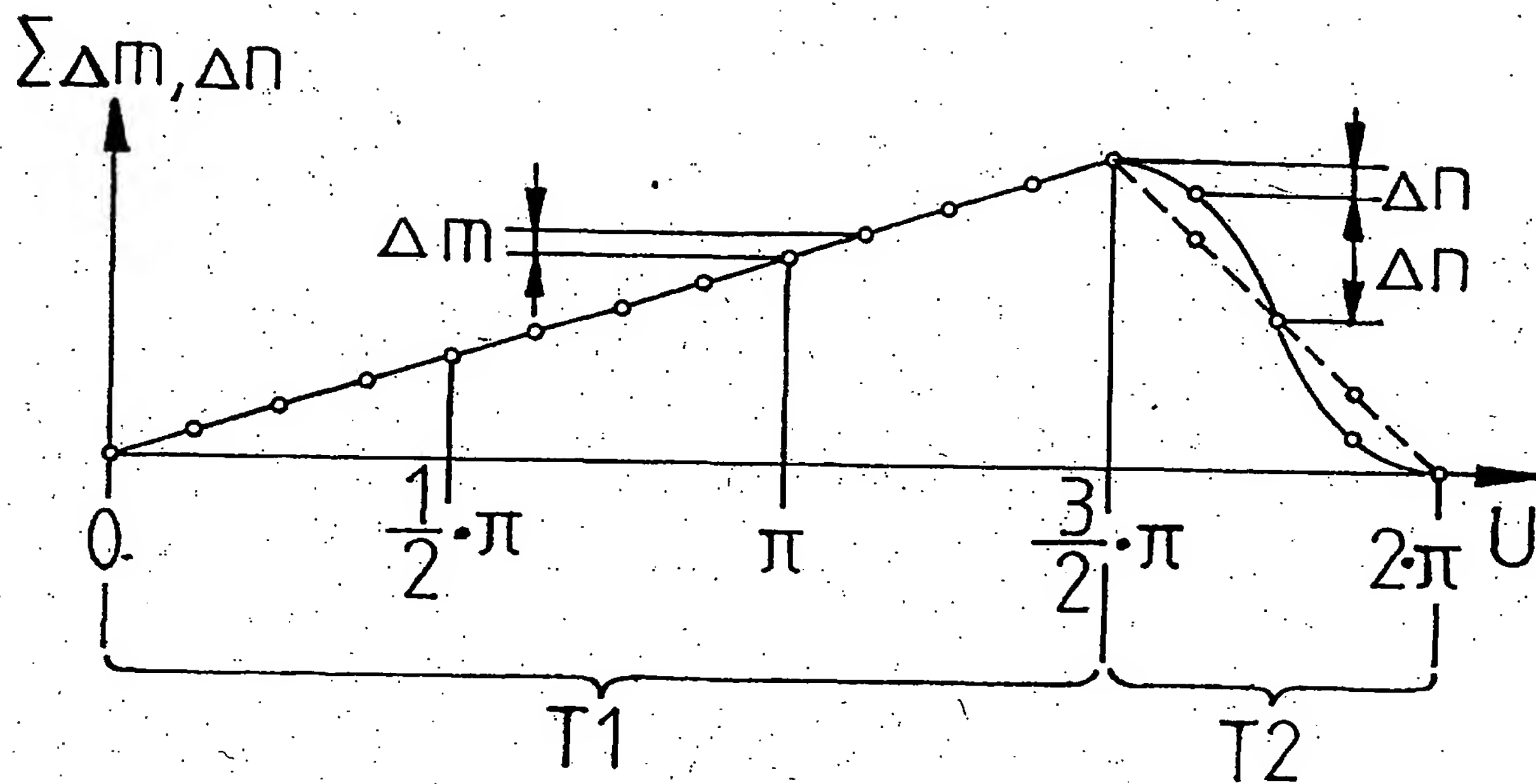


Fig. 3



6

Nummer:

DE 100 53 361 C1

Int. Cl. 7:

F 01 D 9/04

Veröffentlichungstag:

6. Juni 2002

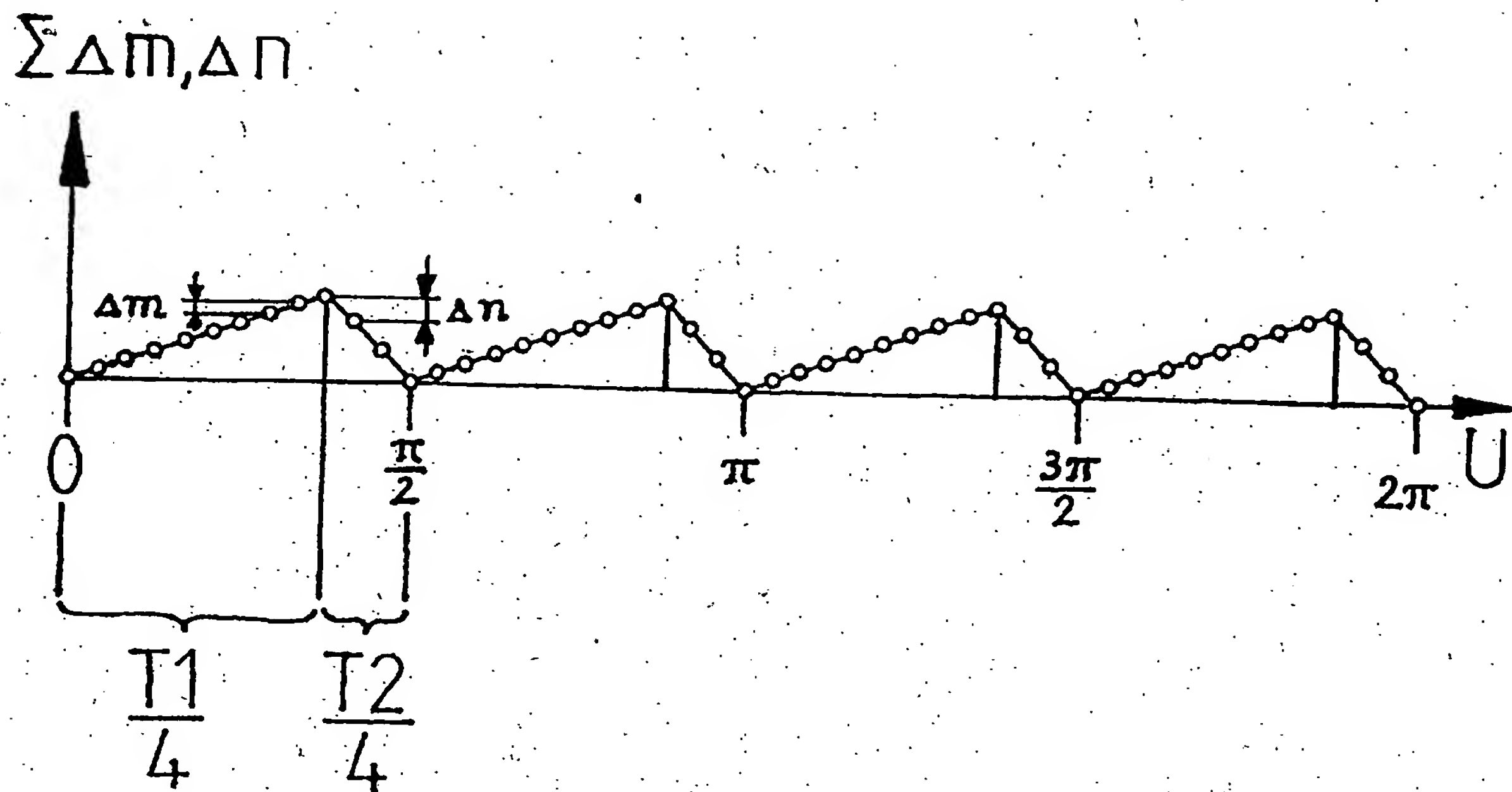


Fig. 4